

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000089176
PUBLICATION DATE : 31-03-00

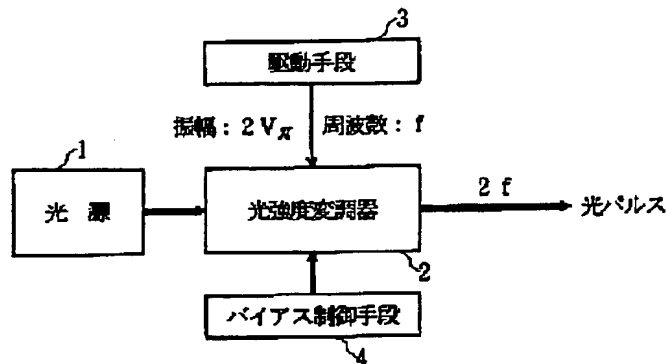
APPLICATION DATE : 11-09-98
APPLICATION NUMBER : 10257936

APPLICANT : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>;

INVENTOR : TOBA HIROSHI;

INT.CL. : G02F 1/01

TITLE : OPTICAL PULSE GENERATOR



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical pulse generator in which a driving is made with an arbitrary modulation frequency within a modulation band, the chirping characteristic of an optical pulse is controlled, the pulse width is made independent against an operating wavelength and carrier suppressed optical pulses are generated.

SOLUTION: The generator is provided with a light source 1, which outputs optical carrier, an optical intensity modulator 2, in which a transmissive characteristic has a periodic response of an even function centered around an operating bias point against driving signals and the optical carrier is intensity modulated by the driving signals, a driving means 3 which outputs electric signals having an amplitude $2V\pi$ corresponding to two periods of the transmissive characteristic of the modulator 2 and a frequency f , and a bias controlling means 4 which controls the operating bias point of the driving signals of the modulator 2. Thus, the modulator 2 outputs optical pulses each having a repetitive frequency $2f$.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

Best Available Copy

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-89176
(P2000-89176A)

(43) 公開日 平成12年3月31日(2000.3.31)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 0 2 F 1/01

G 0 2 F 1/01

B 2 H 0 7 9

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平10-257936

(22) 出願日

平成10年9月11日(1998.9.11)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 宮本 裕

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72) 発明者 米永 一茂

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(74) 代理人 100072718

弁理士 古谷 史旺

最終頁に続く

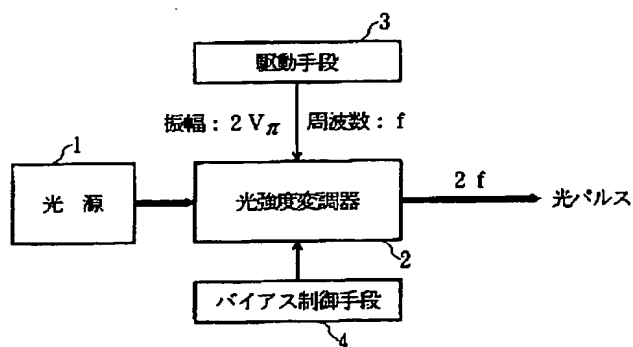
(54) 【発明の名称】 光パルス発生装置

(57) 【要約】

【課題】 変調帯域内の任意の変調周波数で駆動することができ、光パルスのチャープ特性を制御することができ、さらにパルス幅が動作波長に依存せず、またキャリアが抑圧された光パルスが発生させる。

【解決手段】 光キャリアを出力する光源と、駆動信号に対して動作バイアス点を中心に透過特性が偶関数の周期的な応答を有し、駆動信号により光キャリアを強度変調する光強度変調器と、光強度変調器を駆動する駆動信号として、光強度変調器の透過特性の2周期に対応する振幅 $2V_{\pi}$ を有し、周波数 f の電気信号を出力する駆動手段と、光強度変調器の駆動信号の動作バイアス点を制御するバイアス制御手段とを備え、光強度変調器から繰り返し周波数 $2f$ の光パルスを出力する。

本発明の光パルス発生装置の基本構成



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光キャリアを出力する光源と、
駆動信号に対して動作バイアス点を中心に透過特性が偶関数の周期的な応答を有し、駆動信号により前記光キャリアを強度変調する光強度変調器と、
前記光強度変調器を駆動する前記駆動信号として、前記光強度変調器の透過特性の2周期に対応する振幅を有し、周波数 f の電気信号を出力する駆動手段と、
前記光強度変調器の駆動信号の動作バイアス点を制御するバイアス制御手段とを備え、前記光強度変調器から繰り返し周波数 $2f$ の光パルスを出力することを特徴とする光パルス発生装置。

【請求項2】 請求項1に記載の光パルス発生装置において、
駆動信号の動作バイアス点で光強度変調器の透過率が最大になるように設定された構成であることを特徴とする光パルス発生装置。

【請求項3】 請求項1に記載の光パルス発生装置において、
駆動信号の動作バイアス点で光強度変調器の透過率が最小になるように設定された構成であることを特徴とする光パルス発生装置。

【請求項4】 請求項1, 2, 3のいずれかに記載の光パルス発生装置において、
光強度変調器として、マッハツェンダ干渉計型の光強度変調器を用いた構成であることを特徴とする光パルス発生装置。

【請求項5】 請求項1, 2, 3のいずれかに記載の光パルス発生装置において、
駆動手段から出力される駆動信号から振幅が同じで互いに位相が反転した2つの駆動信号を生成する位相反転回路を備え、
光強度変調器として、前記2つの駆動信号を入力する2つの電極を有し、プッシュプル動作するマッハツェンダ干渉計型の光強度変調器を用いた構成であることを特徴とする光パルス発生装置。

【請求項6】 請求項1, 2, 3のいずれかに記載の光パルス発生装置において、
光強度変調器として、方向性結合器型の光強度変調器を用いた構成であることを特徴とする光パルス発生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信や光計測その他に用いる高速光パルスを発生させる光パルス発生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の光パルス発生法には、①半導体レーザーの利得スイッチング法、②モード同期法、③電界吸収型半導体変調器（EA変調器）を用いる方法、その他いろいろな方法がある。

【0003】利得スイッチング法は、半導体レーザーの高速応答性を利用し、注入電流等の励起を高速にスイッチングすることにより、素子単体から短光パルスを発生する方法であり、半導体レーザーの変調帯域において任意の変調周波数を容易に選択することができる。しかし、光スペクトルに大きなチャープ特性を有し、パルス波形が半導体レーザーの個体特性に依存する欠点があった。そこで、トランスフォームリミットな光パルスを得るために、チャープ補償を行うグレーティングを外付けする方法が提案されている（参考文献1：K.Iwatsuki et al., "Generation of transform limited gain-switched DFB-LD pulses <6ps with linear fiber compression and spectral window", Electronics Letters, vol.27, p.p.1981-1982, 1991）。

【0004】モード同期法は、レーザーの発振モード間の位相を一定にして短光パルスを発生させる方法であり、光スペクトルが制御され、トランスフォームリミットな光パルスを容易に発生させることができる。しかし、レーザー共振器の物理的な長さにより変調周波数が限定される欠点があった。そこで、チャープグレーティングを用いることにより、モードロックレーザーの共振器長により決定される光パルスの繰り返し周波数の範囲を拡大する方法が提案されている（参考文献2：K.Sato et al., "Frequency Range Extension of actively mode-locked lasers integrated with electroabsorption modulators using chirped grating", J. of selected topics in quantum electronics, vol.3, no.2, pp.250-255, 1997）。

【0005】EA変調器を用いる方法は、EA変調器の通過特性の非線形特性を利用して短光パルスを発生させるものであり、EA変調器の変調帯域において任意の変調周波数を選択でき、比較的良好なトランスフォームリミットな光パルスを発生させることができる。しかし、EA変調器の通過特性の非線形特性が波長依存性をもつので、波長によってパルス幅の調整を行う必要がある（参考文献3：M.Suzukiet al., "New application of sinusoidal driven InGaAsP electroabsorption modulator to in-line optical gate with ASE noise reduction effect, J.Lightwave Technol., vol.10, pp.1912-1918, 1992）。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来の光パルス発生法は、光パルスにチャープ特性があったり、変調周波数に制限があったり、パルス幅が動作波長に依存するなど、それぞれに問題点があった。

【0007】また、高出力の光パルスを光ファイバで伝送する場合に、キャリアの抑圧された光パルス信号の方が、通常のキャリアのある光パルスに比べて誘導ブリルアン散乱による逆方向散乱を受けにくいことが知られている。しかし、従来の光パルス発生法では、キャリアの

抑圧された光パルスが付加回路なしで発生させることができなかった。

【0008】本発明は、変調帯域内の任意の変調周波数で駆動することができ、光パルスのチャープ特性を制御することができ、さらにパルス幅が動作波長に依存しない光パルス発生装置を提供することを目的とする。また、本発明は、付加回路を用いることなくキャリアが抑圧された光パルスを発生させることができる光パルス発生装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】図1は、本発明の光パルス発生装置の基本構成を示す。図において、本発明の光パルス発生装置は、光源1、光強度変調器2、駆動手段3およびバイアス制御手段4により構成される。光源1は、光キャリアを出力する。光強度変調器2は、駆動信号に対して動作バイアス点を中心に透過特性が偶関数の周期的な応答を有し、駆動信号により光キャリアを強度変調して出力する。駆動手段3は、光強度変調器2を駆動する駆動信号として、光強度変調器2の透過特性の2周期に対応する振幅 $2V\pi$ ($V\pi$ は隣接する最大透過率と最小透過率に対応する駆動振幅を示す半波長電圧)を有し、周波数 f の電気信号を出力する。バイアス制御手段4は、光強度変調器2の駆動信号の動作バイアス点を制御する。このような構成により、光強度変調器2から繰り返し周波数 $2f$ の光パルスが出力される。

【0010】また、本発明の光パルス発生装置は、図1の構成において、駆動信号の動作バイアス点で光強度変調器の透過率が最大になるように設定された構成(モードA)、または駆動信号の動作バイアス点で光強度変調器の透過率が最小になるように設定された構成(モードB)であることが好ましい。

【0011】以下、図2を参照して本発明の光パルス発生装置の動作原理について説明する。図2(a)は駆動信号の動作バイアス点がモードAの場合であり、図2(b)はモードBの場合である。ここでは、光強度変調器の透過特性として、代表的な周期関数として正弦波の応答を例示している。周波数 f の駆動信号が正弦波の場合に、モードAで光強度変調器を駆動すると、発生する光パルスのデューティ比が $1/3$ となり、繰り返し周波数が $2f$ となる。また、モードBで光強度変調器を駆動すると、発生する光パルスのデューティ比が $2/3$ となり、繰り返し周波数が $2f$ となる。

【0012】この光パルスのデューティ比は、駆動信号の振幅と動作バイアス点によってのみ定まり、素子の物理的長さなどの他の要因には依存しない。また、駆動信号の入力波形が矩形波の場合には、図3(a)に示すモードAで光パルスのデューティ比はさらに小さくなり、図3(b)に示すモードBで光パルスのデューティ比はさらに大きくなる。

【0013】なお、本発明の光パルス発生装置に用いる

光強度変調器としては、マッハツェンダ干渉計型の光強度変調器、または方向性結合器型の光強度変調器を用いることができる。

【0014】また、駆動手段から出力される駆動信号から振幅が同じで互いに位相が反転した2つの駆動信号を生成する位相反転回路を備え、光強度変調器として、相補的な2つの駆動信号を入力する2つの電極を有し、プッシュプル動作するマッハツェンダ干渉計型の光強度変調器を用いた構成としてもよい。

【0015】

【発明の実施の形態】(第1の実施形態：請求項1, 2, 3, 4)図4は、本発明の光パルス発生装置の第1の実施形態を示す。

【0016】図において、マッハツェンダ干渉計型の光強度変調器(MZ型光強度変調器)10は、Y分岐導波路11で2本の光導波路12a, 12bに分岐された光に印加電圧に応じた位相差を与え、Y分岐導波路13で合波する際の干渉効果を利用して出力光強度を変調する構成である。MZ型光強度変調器10は、図2, 3に示すように、電極への印加電圧に応じて透過率が周期的に変化する。

【0017】半導体レーザ(LD)15から出力される光キャリアは、MZ型光強度変調器10に入力される。発振器16が出力する周波数 f の信号は、増幅器17で駆動振幅がMZ型光強度変調器10の半波長電圧 $V\pi$ の2倍($2V\pi$)まで増幅され、MZ型光強度変調器10の電極に印加される。バイアス制御回路18は、MZ型光強度変調器10の出力光の一部を光カップラ14を介して入力し、MZ型光強度変調器10の動作バイアス点を図2, 3に示すモードAまたはモードBのいずれかに設定する。

【0018】このような構成をとり、周波数 f 、駆動振幅 $2V\pi$ の駆動信号でMZ型光強度変調器10を駆動し、半導体レーザ15から出力される光キャリアを強度変調することにより、MZ型光強度変調器10から繰り返し周波数 $2f$ の光パルスを出力することができる。なお、図2, 3に示すようにバイアス電圧、駆動振幅、駆動波形に応じて、光パルスのデューティ比を設定することができる。

【0019】(第2の実施形態：請求項1, 2, 3, 5)図5は、本発明の光パルス発生装置の第2の実施形態を示す。図において、半導体レーザ(LD)15から出力される光キャリアは、MZ型光強度変調器10に入力される。発振器16が出力する周波数 f の信号は位相反転回路19に入力され、振幅が同じで互いに位相が反転した2つの駆動信号が生成される。この2つの駆動信号はそれぞれ増幅器17a, 17bに入力され、駆動振幅がMZ型光強度変調器10の半波長電圧 $V\pi$ まで増幅され、MZ型光強度変調器10の各電極に印加される。バイアス制御回路18は、MZ型光強度変調器10の出

力光の一部を光カプラ14を介して入力し、MZ型光強度変調器10の動作バイアス点を図2、3に示すモードAまたはモードBのいずれかに設定する。

【0020】このような構成をとり、周波数 f 、駆動振幅 $V\pi$ で互いに逆相の駆動信号でMZ型光強度変調器10をプッシュプル動作させ、半導体レーザ15から出力される光キャリアを強度変調することにより、MZ型光強度変調器10から繰り返し周波数 $2f$ の光パルスを出力することができる。なお、図2、3に示すようにバイアス電圧、駆動振幅、駆動波形に応じて、光パルスのデューティ比を設定することができる。また、マッハツェンダ干渉計型の構成は、出力される光パルスのチャープを原理的に抑圧することができるが、さらに逆相の駆動信号でプッシュプル動作させることにより、チャープを完全に除去することができる。

【0021】図6は、本実施形態の出力光パルスのスペクトルを示す。(a)はモードAで動作させた場合であり、(b)はモードBで動作させた場合である。駆動バイアス点で出力光強度が最小になるモードBで動作させ、同じ光強度で互いに位相が反転した光強度変調信号を生成することにより、信号スペクトルにおけるキャリア成分(図中矢印で示す)を抑圧することができる。

【0022】(第3の実施形態：請求項1、2、3、6)図7は、本発明の光パルス発生装置の第3の実施形態を示す。図において、方向性結合器型光強度変調器20は、2入力2出力の光カプラ21を用いた構成であり、印加電圧に応じた位相変調に伴う結合光導波路間の干渉効果を利用して出力光強度を変調する構成である。方向性結合器型光強度変調器20は、図2、3に示すように、電極への印加電圧に応じて透過率が周期的に変化する。

【0023】半導体レーザ(LD)15から出力される光キャリアは、方向性結合器型光強度変調器20の一方の入力ポートに入力される。発振器16が出力する周波数 f の信号は、増幅器17で駆動振幅が方向性結合器型光強度変調器20の半波長電圧 $V\pi$ の2倍($2V\pi$)まで増幅され、方向性結合器型光強度変調器20の電極に印加される。バイアス制御回路18は、方向性結合器型光強度変調器20の一方の出力光の一部を光カプラ14を介して入力し、方向性結合器型光強度変調器20の動作バイアス点を図2、3に示すモードAまたはモードBのいずれかに設定する。

【0024】このような構成をとり、周波数 f 、駆動振幅 $2V\pi$ の駆動信号で方向性結合器型光強度変調器20を駆動し、半導体レーザ15から出力される光キャリアを強度変調することにより、方向性結合器型光強度変調器20の2つの出力ポートから、繰り返し周波数 $2f$ でモードAおよびモードBの両方の光パルスを相補的に出力することができる。なお、図2、3に示すようにバイアス電圧、駆動振幅、駆動波形に応じて、光パルスのデ

ューティ比を設定することができる。

【0025】なお、第1の実施形態および第2の実施形態で示したMZ型光強度変調器10は、Y分岐導波路を用いた構成であるために1入力1出力構成であるが、2入力2出力の光カプラに置き換えることにより、第3の実施形態の方向性結合器型光強度変調器20と同様に、モードAおよびモードBの両方の光パルスを相補的に出力することができる。

【0026】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の光パルス発生装置は、光パルスのチャープ特性が制御され、出力光パルスのパルス幅が駆動信号周波数とバイアス動作点により一意に決定され、光強度変調器の変調帯域内の任意の変調周波数で駆動することができる。また、パルス幅が動作波長に依存しない光パルス発生装置を実現することができる。

【0027】特に請求項5の光パルス発生装置は、付加回路を用いることなくキャリアが抑圧された光パルスを発生させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光パルス発生装置の基本構成を示すブロック図。

【図2】本発明の光パルス発生装置の動作原理(正弦波入力)を説明する図。

【図3】本発明の光パルス発生装置の動作原理(矩形波入力)を説明する図。

【図4】本発明の光パルス発生装置の第1の実施形態を示すブロック図。

【図5】本発明の光パルス発生装置の第2の実施形態を示すブロック図。

【図6】第2の実施形態の出力光パルスのスペクトルを示す図。

【図7】本発明の光パルス発生装置の第3の実施形態を示すブロック図。

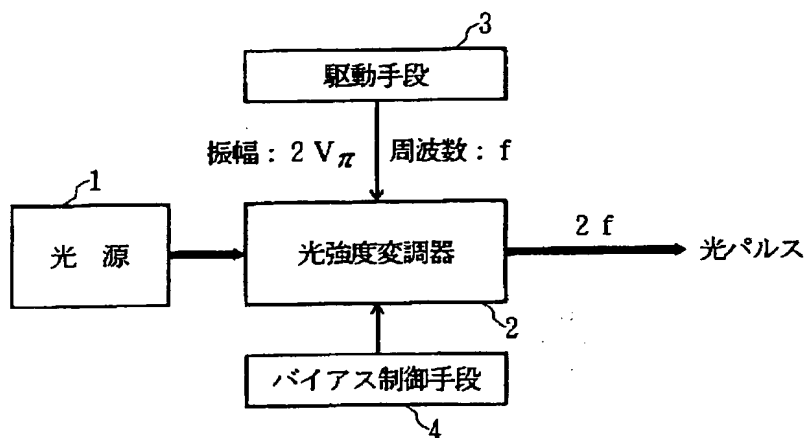
【符号の説明】

- 1 光源
- 2 光強度変調器
- 3 駆動手段
- 4 バイアス制御手段
- 10 マッハツェンダ干渉計型の光強度変調器(MZ型光強度変調器)
- 11, 13 Y分岐導波路
- 12a, 12b 光導波路
- 14 光カプラ
- 15 半導体レーザ(LD)
- 16 発振器
- 17, 17a, 17b 増幅器
- 18 バイアス制御回路
- 19 位相反転回路
- 20 方向性結合器型光強度変調器

21 光カプラ

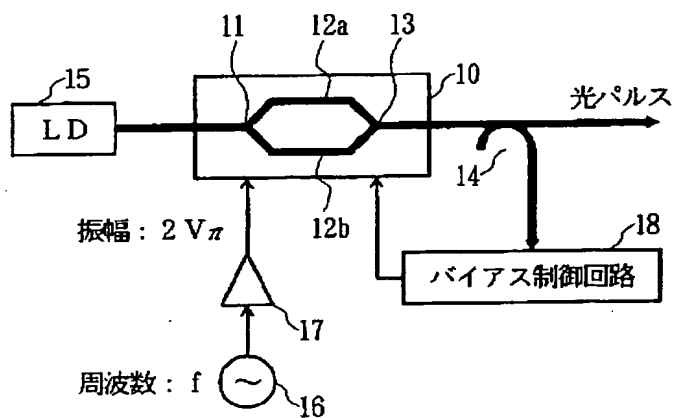
【図1】

本発明の光パルス発生装置の基本構成



【図4】

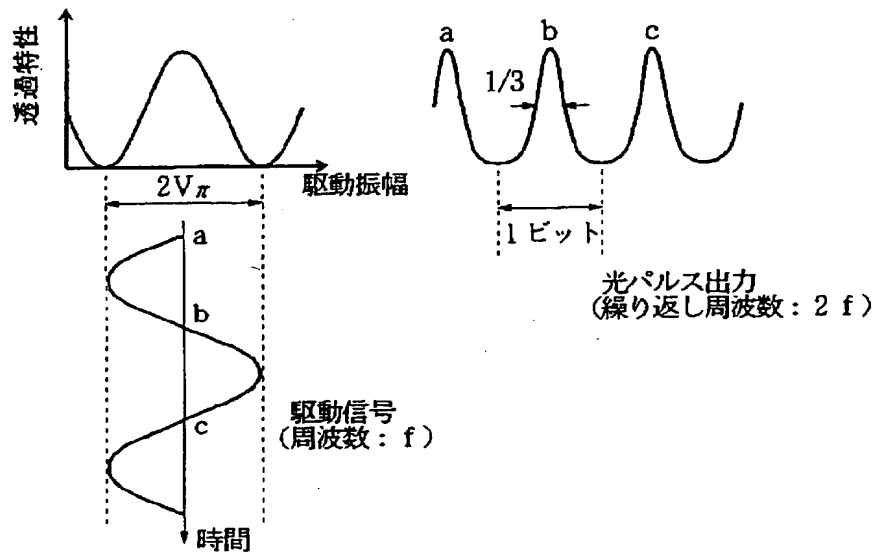
本発明の光パルス発生装置の第1の実施形態



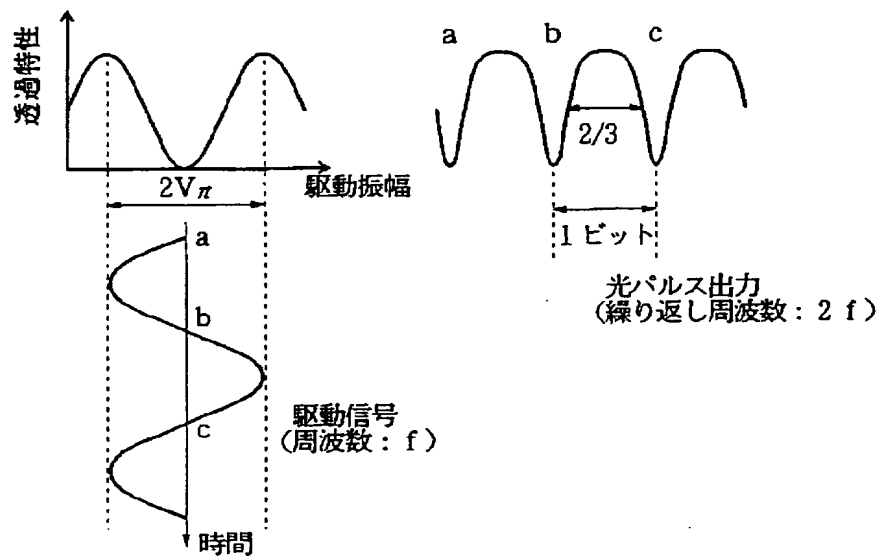
【図2】

本発明の光パルス発生装置の動作原理（正弦波入力）

(a) モードA



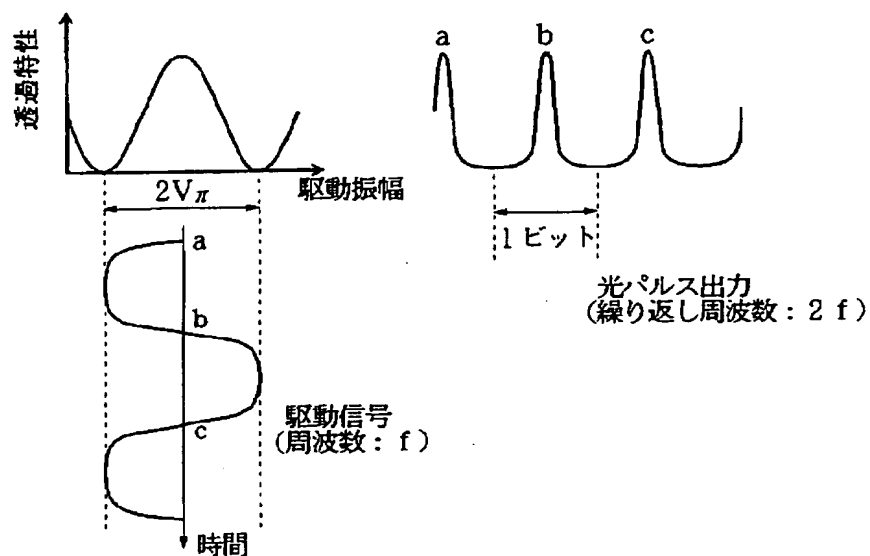
(b) モードB



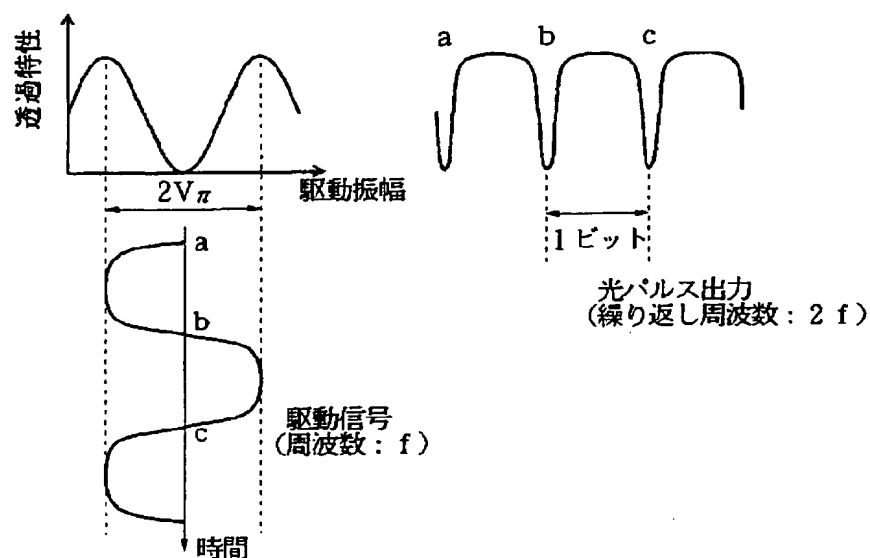
【図3】

本発明の光パルス発生装置の動作原理（矩形波入力）

(a) モードA

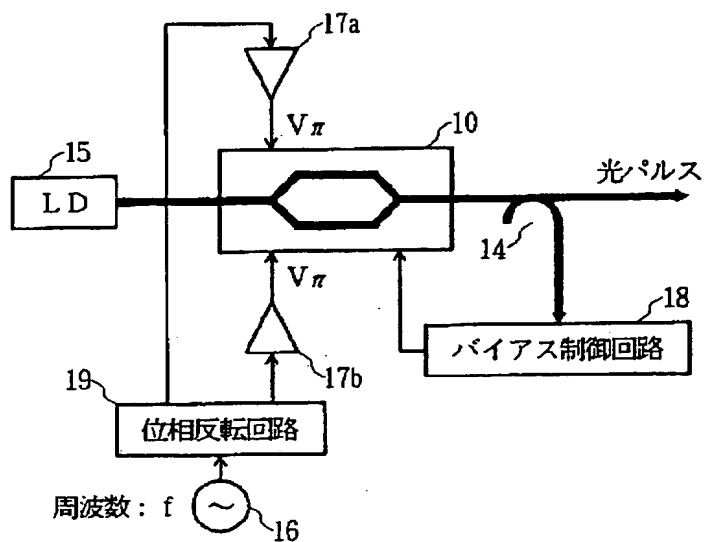


(b) モードB



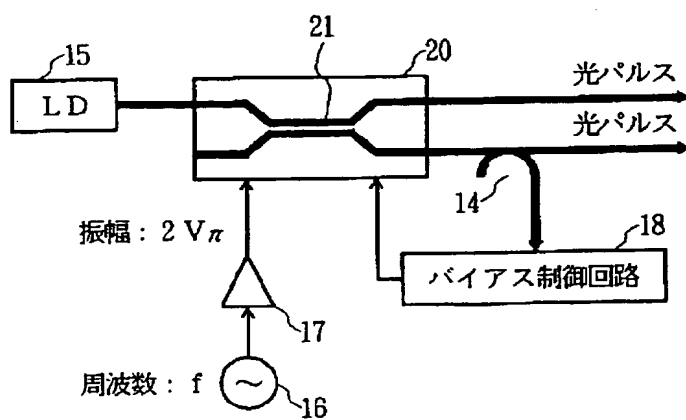
【図5】

本発明の光パルス発生装置の第2の実施形態



【図7】

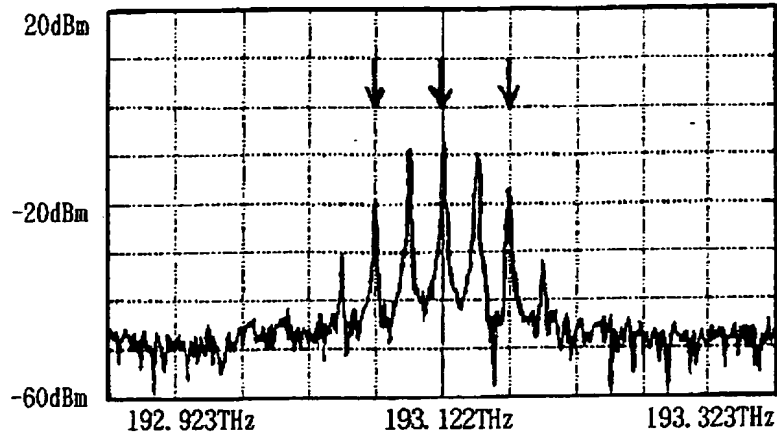
本発明の光パルス発生装置の第3の実施形態



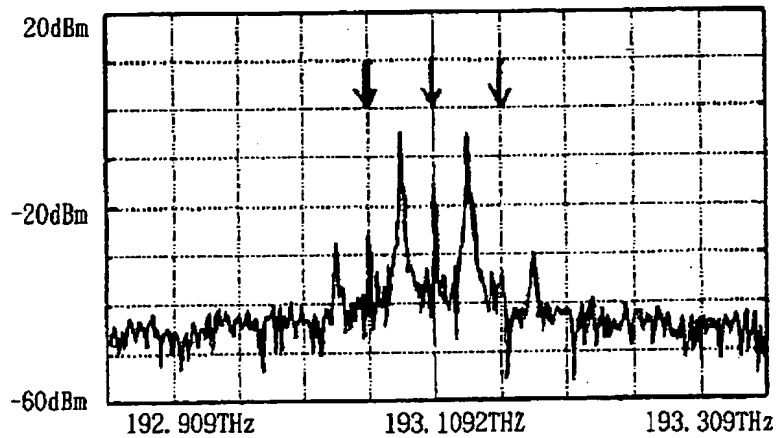
【図6】

第2の実施形態の出力光パルススペクトル

(a) Aモード (入力信号周波数 20 GHz)



(b) Bモード (入力信号周波数 20 GHz)



フロントページの続き

(72)発明者 平野 章
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72)発明者 鳥羽 弘
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

Fターム(参考) 2H079 AA02 AA12 BA01 CA04 CA11
EA04 EA05 FA01 FA02 HA14
KA18 KA19

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.